



UTILIZACIÓN DE LA ESCALA BEAUFORT EN LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL EÓLICO

Jorge Arturo del Angel Ramos
Antonio Sarmiento Sera

RESUMEN/ABSTRACT

Se presenta una metodología para la conversión de valores de velocidad en la Escala Beaufort hacia una escala de velocidades (en m/s), de modo de utilizar amplias bases de datos existentes en la Escala Beaufort, para el trabajo inicial de la determinación del potencial eólico de una región.

Palabras claves: Energía eólica, Escala Beaufort, energía renovable.

A methodology is presented for the conversion of speed values in the Beaufort Scale toward a scale of speeds (in m/s), in way of using wide existent databases in the Scale Beaufort Scale, for the initial work of the determination of the wind potential of a region.

Key words: Wind Energy, Beaufort Scale, renewable energy.

INTRODUCCIÓN

Determinar el Potencial de los Energías Renovables, es una tarea urgente para los países en desarrollo, conocer antes que cualquiera su disponibilidad y factibilidad de aprovechamiento es prioritario y estratégico, pero sucede que al tratar de aprovechar las bases de datos existentes, en el caso de las mediciones eólicas, una gran parte se encuentra en la escala de Beaufort [1], y ésta es una medida subjetiva, debe entonces el investigador, hacer de lado este legado de información, y comenzar a andar el camino de búsqueda de recursos monetarios para el financiamiento de mediciones confiables o buscar el aprovechamiento de esas bases de datos para realizar una evaluación de los sitios en que pudiesen instalarse estaciones de medición anemométricas, que pudiesen ser financiadas bajo esta calificación aprobatoria previa, por los fabricantes ansiosos de instalar sus aerogeneradores.

Como parte de la investigación desarrollada [2] para determinar el potencial eólico del Estado de Veracruz, México, y después de visitar a los centros de información meteorológica propiedad de la Comisión Nacional del Agua (CNA, por sus siglas) se llegó a la conclusión que sólo existían siete estaciones meteorológicas con medición a través de anemómetros, y de esas siete, cuatro se encuentran dentro de zonas urbanas, dónde como es sabido, estas lecturas son muy poco confiables, debido a la variación de la rugosidad del terreno, esto conllevaría a realizar estudios de fricción por cada grado de variación en la rosa de los vientos lo cual resultaría un trabajo de grandes proporciones, y su beneficio estaría en duda.

Por otro lado se determinó que existe una gran base de datos, (algunos con antigüedad de más de diez años), pero todos estos datos se encuentran en Escala de Beaufort^a.

La disyuntiva es ¿Se deja perder esa extensa base de datos, por calificarla de poco confiable?, dándose entonces la tarea de buscar recursos para la instalación

de estaciones anemométricas o ¿Se busca el beneficio que pudiese tener dentro de un determinado marco de confiabilidad?, evitando el desembolso de recursos financieros escasos, en las etapas previas a la inversión, es decir, tener medición en escala de Beaufort, debe servir para poder determinar:

- Si vale la pena realizar mediciones más confiable
- Proporcionar una escala de sitios probables de mayor a menor potencial

En el presente artículo, se propone una metodología para cambiar esa escala de valores empíricos a valores en escala de metros sobre segundo, los cuales son indispensables para estimar la potencialidad eólica de algún sitio en cuestión.

DESARROLLO

Aunque la Escala de Beaufort, ya ha sido calificada y reasignada a valores de m/seg , el problema consiste en que la base de datos se tiene en valores Bf, es decir se tienen mediciones de 0, 1, 2, 3, 4, 5 ,6, 7 y 8 Bf y a estos valores les corresponde un rango de velocidad (ver Tabla 1), surgen entonces dos cuestionamientos:

1. Para obtener la velocidad, primero se debe calcular el promedio de valores Bf, y entonces es muy probable que obtengamos valores fraccionarios, que significa un valor digamos 2.579 en la escala de Beaufort, que está más próximo a 3 pero no tan próximo ¿Cuál es el criterio de aproximación ?
1. Para ese mismo valor en la escala Bf, ¿Cuál sería su correspondiente en velocidad?

^a La ESCALA DE VIENTO DE BEAUFORT (1806)

Sistema usado para estimar la velocidad del viento. Tiene como unidad de medida el Número de Beaufort que se compone de la velocidad del viento, un término descriptivo y los efectos visibles sobre los objetos en tierra y / o en la superficie marina. Esta escala fue diseñada por Sir Francis Beaufort (1777-1857), hidrógrafo de la Marina Real Británica.

TABLA II Parámetros utilizados por la Comisión Nacional del Agua

CLAVE 056 Velocidad del viento, estimada de acuerdo a la escala Beaufort, con las siguientes equivalencias:

1. 0= Viento calma (entre 0.0 a 0.2 m/seg)
2. 1= Viento débil (entre 0.3 a 3.3 m/seg)
3. 2= Viento moderado (entre 3.4 a 7.9 m/seg)
4. 3= Viento algo fuerte (entre 8.0 a 13.8 m/seg)
5. 4= Viento fuerte (13.9 a 17.1 m/seg)
6. 5= Viento violento (17.2 a 28.4 m/seg)
7. 6= Borrasca o huracán (28.5 a 32.7 o más m/seg)

CLAVE 059 Dirección del viento, con las siguientes equivalencias:

1. 1=Noreste
2. 2=Este
3. 3=Sureste
4. 4=Sur
5. 5=Suroeste
6. 6=Oeste
7. 7=Noroeste
8. 8=Norte

NOTA Los archivos de CLICOM están en Código ASCCI y se pueden abrir desde cualquier aplicación como Excel, Word, WordPad, etc. Pueden aparecer valores de -99999 que significa que no existe ese registro, o marcas como "M" que pueden omitirse ya que son control interno del CLICOM.

Para esto se procedió a elaborar una hoja de cálculo, su correspondiente en unidades de velocidad. Dando dónde se puede asignar para cada valor de Beaufort, el siguiente resultado:

TABLA II. CONVERSIÓN DE ESCALA BEAUFORT A (m/s)

Escala Beaufort	Velocidad Mínima (m/s)	Velocidad Máxima (m/s)	Velocidad Promedio (m/s)
0.00	0.00	2.20	1.10
1.00	0.30	3.30	1.80
2.00	3.40	7.90	5.65
3.00	8.00	13.80	10.90
4.00	13.90	17.10	15.50
5.00	17.20	28.40	22.80
6.00	28.50	32.70	30.60

En la Fig.1 Se muestra, de forma gráfica, una parte de la Tabla II.

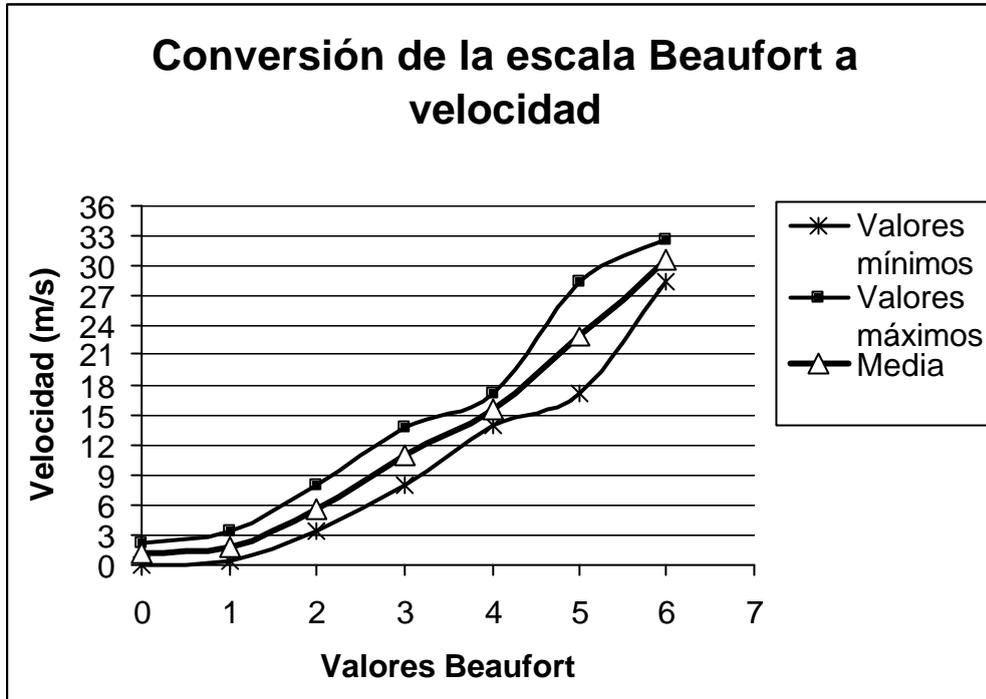


Fig. 1 Representación gráfica parcial entre la Escala Beaufort y la velocidad en m/s.

Con la Tabla II y los valores de la base de datos, se pueden obtener los parámetros de cálculo para determinar el Potencial Eólico, siendo los más importantes,

1. Velocidad del viento
2. Dirección del viento
3. Potencia del viento
4. Turbulencia (desviación estándar)
5. Estacionalidad (permanencia del viento a través del tiempo)

La metodología se aplicó, como ejemplo inicial en el poblado de Raudal, ubicado a algunos kilómetros costa abajo del Puerto de Tuxpam.

Procedimiento:

- Con las bases de datos se obtienen los valores diarios en escala de Beaufort por mes.

Ejemplo Noviembre ,2000

Valores diarios registrados

3,4,4,2,3,2,3,4,3,2,2,3,3,3,3,3,2,3,3,3,4,4,3,3,3,3,2

Promedio 2.966 escala Beaufort

- Conversión a m/s, (a través de una interpolación lineal) obteniéndose: 10.7215 m/s

- Siguiendo este método se obtienen los valores de velocidad para 120 meses (10 años), ver Tabla III.

TABLA IV. Resultados (en Bf) para el ejemplo del poblado de Raudal.

	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990
Enero	3	3.1	3	2.8	3.1	3.3	2.8	2.3	2.3	2.2	2.2
Febrero	3	3.4	3.5	3	3.2	3.2	3.1	2.5	2	2.2	2.2
Marzo	3	3.2	3	3	3.1	3.1	2.9	2.5	2.1	2.5	2.2
Abril	2.9	3	3	3	3	2.9	3.1	2.3	2.2	2.1	2.1
Mayo	3.1	3	2.9	3	3	3.3	2.8	2.3	2.2	2.4	2.2
Junio	2.9	3.1	3.4	3	2.5	3.1	2.7	2.1	2	2.2	2.2
Julio	3	2.5	3	3.1	2.7	3	3.3	2	2.2	2	2
Agosto	2.8	2.8	3	3.1	2.8	2.7	3.2	2	2	2	2.2
Sept.	2.6	2.8	2.7	3.1	2.2	2.9	2.8	2.4	2.2	2.2	2.1
Octubre	2.8	3.1	3.2	3	3	3.4	3.2	2.2	2.2	2.1	2.2
Noviem.	2.9	3.1	3	3	2.9	3.2	3.1	2.4	2.4	2.4	2.3
Diciem.	2.6	3.1	3	3.1	2.8	3.1	3.2	2.6	2.2	2.3	2.4
Promedio	2.883	3.017	3.058	3.017	2.858	3.100	3.017	2.300	2.167	2.217	2.192
Promedio 10 años	2.983										

Con este procedimiento, convirtiendo los 2.983 en la escala Beaufort, se puede obtener la velocidad promedio de 10 años, resultando 7.922 m/s

Con este valor es posible ahora determinar los demás parámetros, y realizar estimaciones, que en este caso en particular se determinó una densidad de potencia de generación de 286.72 W/m² al nivel del piso, (recordar que la observación se realizó por una persona, y su marco de referencia es al nivel del piso)

CONCLUSIONES

Se ha presentado una metodología para la transformación de bases de datos de velocidad del viento, de la Escala Beaufort, hacia una escala en m/s, lo cual sirve de base para la determinación de información primaria en el estudio del potencial eólico de una región.

Las ventajas, aunque limitadas a una primera etapa del estudio, permiten ahorro de tiempo y recursos económicos.

REFERENCIAS

- [1] Torres V. "Sistema de Información Geográfica sobres Energías Renovables en áreas prioritarias de México". Informe Final .IIE/UG/11349-F, Cuernavaca, Morelos, México. 1998
- [2] Burgues, K. y T.van der Weiden, "Hybrid Systems Technology –Problems and Opportunities" .Cancún, México. 1997

AUTORES

Jorge Arturo del Angel Ramos
 Profesor Titular, Academia de Termofluidos,
 Universidad Veracruzana, Veracruz, México

Antonio Sarmiento Sera.
 Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular,
 Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas
 Renovables (CETER), Instituto Superior "José
 Antonio Echeverría" (CUJAE), Ciudad de La
 Habana, Cuba.